Lane Medical Libr

Aus der prothetischen Abteilung des Zahnärztlichen Instituts
der Universität Berlin.
Direktor: Prof. Dr. Hermann Schröder.

Ueber Email und seine Anwendungsmöglichkeit in der Zahnheilkunde.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde an der Friedrich Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Werner Schilling
Zahnarzt aus Berlin

Tag der Promotion: 14. Mai 1936.

Buchdruckerei Rudolph Pfau, Berlin NW 7, Luisenstraße 21.

128

Gedruckt mit Genehmigung
der
medizinischen Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin

---

Dekan: Prof. Dr. Magnus
Referent: Prof. Dr. Schröder

Definition.

Email ist ein Ueberzug von durchsichtigen oder undurchsichtigen glasartigen Massen verschiedenster Farbe auf Metall. Es besteht dabei die Möglichkeit, die Metallflächen damit entweder ganz oder nur teilweise zu überziehen. Das Email kann dabei das Metall bis zu einem Grade verdecken, daß dieses schließlich, äußerlich betrachtet, kaum noch in Erscheinung tritt. In solchen Fällen spielt das Metall dann nur noch die Rolle von Grundlage und Rahmen für das Email.

Das Email ist keineswegs das einzige Mittel, Metalle mit einem farbigen Ueberzuge zu versehen, denn auch mit Oel und Lackfarben lassen sich Metalle behandeln. Diese Ueberzüge sind aber unter keinen Umständen so widerstandsfähig gegen äußere Einflüsse und Abnutzung wie das Email. Keine Ersatzmittel, wie die verschiedenen Lacke, kaltes Email oder auch farbige Patinierungen mit Wachsölfarben vermögen weder technisch noch künstlerisch so mit dem Metall zusammengehen, wie es das Email tut. Metall und Email sind beide schmelzbar, wie sie auch beide schleif- und polierfähig sind. Die Höhe des Schmelzpunktes des Emails richtet sich nach dem verwendeten Metall, so daß sich der Schmelzpunkt in weiten Grenzen bewegt.

Email stellt einen Glasfluß dar, der in seinen Eigenschaften, besonders in bezug auf seine Ausdehnung denen des Metalles, auf das es aufgeschmolzen wird, angepaßt sein muß und mit ihm gute Oberflächenverbindung zeigen soll.

Zusammensetzung der Emaillen.

Die Emailmassen setzen sich in der Hauptsache aus kieselsäurehaltigen Stoffen, aus Schmelz- oder Flußmitteln und aus Färbemitteln zusammen.

1. Die kieselsäurehaltigen Stoffe:

   Der Quarz besteht aus fast reiner Kieselsäure. In der Natur finden wir ihn als Felsgestein, als Quarzsand und am reinsten im Bergkristall, der wasserhell und durchsichtig wie Glas ist. Spezielle Eigenschaften von mit Quarz hergestelltem Email sind die, daß es schwer schmilzt und leicht reißt. Der Feldspat kommt als Natron- und Kalifeldspat vor. Er ist seiner chemischen Zusammensetzung nach ein Doppelsilikat von Ton-

erde und einem Alkali. Rein findet sich der Feldspat nur in den Urgesteinen, hauptsächlich und fast ausschließlich nur im Granit an seinem Entstehungsorte. Stark feldspathaltige Emaillen sind opaker als die mit nur geringem Gehalt an Feldspat.

2. Die Schmelzmittel:
   An erster Stelle steht der Borax, den wir in unserer zahnärztlichen Technik als ausgezeichnetes Lötmittel kennen. Er stellt in chemischer Beziehung ein Natrium-tetra-borat dar ($Na_2 B_4 O_7 + 10 H_2O$). In der Emailherstellung wendet man den kalzinierten Borax an (Borax dem durch Erhitzen das Wasser entzogen ist). Es muß hier aber gleich bemerkt werden, daß borsäurehaltige Gläser und Emaillen gegen chemische Agentien weniger widerstandsfähig sind als jene, die nur Kieselsäure enthalten.
   Als weitere Flußmittel finden Flußspat, Kryolith, Salpeter, Soda und Bleiverbindungen Anwendung.
3. Die Färbemittel:
   Die Farben, deren man sich zum Färben der Emailmassen bedient, sind in letzter Linie immer Metalloxyde, die ja auch in der Hauptsache die Färbung der künstlichen Zähne, sowie der bei unseren Brennarbeiten verwendeten Schmelzmassen bewirken. Im folgenden sind einige Farben wiedergegeben, die durch Metalloxyde hervorgerufen werden:

   für Weiß: Zinnoxyd,
   für Gelb: Antimonoxyd, Titandioxyd, Silberoxyd,
   für Blau: Kobaltoxyd,
   für Braun: Eisenoxyd,
   für Schwarz: Eisenoxydul in größeren Mengen.

Je mehr Feldspat und Borax zum Emailsatz verwandt werden, desto leichter wird die Masse zum Fluß gebracht. Man hat namentlich durch den Zusatz von Borax ein Mittel in der Hand, die Schmelzarbeit innerhalb ziemlich weiter Grenzen zu regulieren. Je größer die Menge der Kieselsäure im Verhältnis zu den anderen im Email vorhandenen Körpern ist, desto schwerer schmilzt die Masse und desto härter und widerstandsfähiger ist sie gegen chemische Einwirkungen. Zu den widerstandsfähigsten und am schwersten schmelzbaren Emaillen gehören *die* Sätze, die neben freier Kieselsäure nur noch Kali und Kalk enthalten. Der Schmelzpunkt dieser Masse bewegt sich aber innerhalb von Temperaturen, die

für unsere zahnärztlichen Arbeiten zu hoch sind. Das Metall — in der Hauptsache Gold —, das zu emaillieren ist, würde eher schmelzen als die Masse. Wie oben schon angedeutet, erniedrigt Borax den Schmelzpunkt der Emailmassen. Ein vielfach angewandtes Mittel, die Massen leichter zum Fluß zu bringen, stellt auch das Bleioxyd dar, das aber in unseren Sätzen nicht Anwendung finden soll und darf, da es giftig ist. Außerdem haben bleihaltige Gläser eine ungemein geringe Widerstandskraft; sie werden schon von Stoffen angegriffen, die auf andere Gläser überhaupt nicht einwirken. Arbeiten, die mit Glasflüssen hergestellt werden, in denen Bleiverbindungen enthalten sind, werden bald unansehnlich, da sie durch schwache Säuren angegriffen werden können.

Weitere Zusätze zur Emailmasse sind erforderlich, um naß emaillieren zu können. Hierunter versteht man diejenige Art des Emaillierens, bei der sich das mit Wasser angerührte Emailpulver gut mit einem Pinsel auf die zu emaillierenden Flächen auftragen läßt. Diese Technik ähnelt der bekannten Arbeitsmethode bei der Herstellung von Jacketkronen, die geläufig ist. So wirkt ein Zusatz von Ton und/oder Magnesia zur Emailmasse derart, daß sie sich viel leichter auf die zu bearbeitenden Flächen auftragen läßt. Da der Ton einen sehr hohen Schmelzpunkt besitzt, bietet er die Möglichkeit, den Schmelzpunkt des Emails zu erhöhen. Außerdem macht ein Tonzusatz das Email auch härter. Er wirkt weiter sehr günstig auf das Ausdehnungs- und Widerstandsvermögen. Gutes Email soll etwa 5% bis höchstens 10% Ton enthalten.

Zur Geschichte des Emails.

Die Kunst, Gegenstände und zwar ganz besonders solche aus Metall mit Ueberzügen aus farbigem Glase zu versehen, ist uralt. Sie begegnet uns zuerst bei den alten Aegyptern. Das älteste bekannte Stück von *echtem* Email — Glas auf Metall aufgeschmolzen und mit ihm innig verbunden — ist das Armband der ägyptischen Königin Aah-Hotep (etwa 1500 v. Chr.).

Die ägyptischen Emailarbeiten zeigen in ihren älteren Ausführungen eine Mischung zwischen echtem eingeschmolzenen Email und eingesetzten und eingeklebten zurechtgeschnittenen Stücken von gebrannter Erde oder Glasmasse.

Bei den Griechen, die bekanntlich in vielen Künsten und Wissenschaften die Schüler der Aegypter waren, finden sich mannigfache Kenntnisse zur Anfertigung von Glasschmuck und farbigen Gläsern.

So soll Demokrit von Abdera (500 v. Chr.) die Kunst, den Edelstein Smaragd nachzubilden, erfunden haben. Plinius, der römische Schriftsteller, durch den wir sehr vieles über die technischen und naturwissenschaftlichen Kenntnisse seines Zeitalters erfahren, spricht wiederholt von farbigen Gläsern. Es bedienten sich sogar die Alten schon zum Färben des Emails und des Glases jener Oxyde, die auch heute noch Anwendung finden.

Zwischen 400 und 250 v. Chr. findet sich Email an Gewandnadeln, die hauptsächlich in Gallien hergestellt wurden. Auch an Pferdegeschirren kommt diese Technik in jener Zeit vor. Im dritten Jahrhundert beschreibt Philostratos die Emailtechnik. Etwa um das fünfte Jahrhundert, als in Westeuropa das Zellenmosaik aufkam, entwickelte sich in Osteuropa in dem alten Byzanz die Emailkunst zu ihrer höchsten Ausbildung. Unter die köstlichsten Erzeugnisse müssen wir die berühmten byzantinischen Zellenschmelzarbeiten rechnen, die in der damaligen Kulturwelt begehrt und wie Heiligtümer behandelt wurden, und von denen man wohl sagen kann, daß sie bis auf den heutigen Tag unübertroffen geblieben sind. Damals erlebte die Emailkunst überhaupt einen ihrer Höhepunkte. Es scheint sicher zu sein, daß kaiserliche Hofwerkstätten existierten, welche an der erreichten künstlerischen und technischen Höhe der damaligen Emailkunst einen wesentlichen Anteil hatten.

In den germanischen Ländern finden wir sehr früh Emailarbeiten, die sicher auf die seefahrenden Phönizier zurückzuführen sind. Beim Hildesheimer Silberfund, dessen Stücke etwa um 40 v. Chr. entstanden sein sollen, finden sich blau- und grünemaillierte Gefäße. Eine der schönsten Arbeiten stellt wohl die Uffila-Fibel aus dem Grabfunde von Wittislingen in Schwaben um 600 n. Chr. dar.

Um 1100 veröffentlicht der Mönch Roger unter dem Namen Theophilus das Werk „Schedula diversarum artium", in dem er sehr eingehend die Herstellung des Emails, besonders des Zellenschmelzes behandelt. Um das Jahr 1335 wird Zellenemail in China angefertigt. Die ältesten bekannten Stücke sind mit den Jahreszahlen 1335/40 signiert. Von China aus fand das Email dann bald seinen Weg nach Japan.

Ungemein fördernd auf die Ausbildung der Kenntnisse über die Fabrikation des Glases und des Emails wirkte die Entwicklung der Alchemie. Der alchimistische Schriftsteller *Porta* gibt in seiner

1567 erschienenen „Magia naturalis“ genaue Aufzeichnungen über die Anfertigung emaillierter Gegenstände und über die Mittel, durch welche man imstande sei, den Glasflüssen bestimmte Farben mitzuteilen. Die Alchimisten fanden sozusagen nebenbei Methoden zur Darstellung farbiger Glasflüsse, denn nur zu oft fanden sie bei ihren Schmelzversuchen statt des erhofften Goldes farbige Schlacken. Auf ähnliche Weise soll Böttger das Porzellan erfunden haben. Andererseits wird aber in maßgeblichen Quellen davon berichtet, daß Böttger durch systematische zielbewußte Arbeit zu seiner Erfindung gelangt ist. Nachdem er im Anfang des Jahres 1708 das rote Steinzeug erfunden hatte, war der Weg zum Porzellan nicht mehr weit. Mit Beharrlichkeit untersuchten Böttger und Tschirnhausen die verschiedenen Erden auf ihr Verhalten im Feuer. Auf der Suche im Sachsenlande nach einer weißbrennenden Erde ist Böttger bei Meißen auf das Kaolin, den wesentlichen Bestandteil des Porzellans, gestoßen. Unter strenger Geheimhaltung aller Vorgänge im Laboratorium hat dann Böttger am Ende des Jahres 1708 das weiße Porzellan erfunden.

Im Altertum, im Mittelalter und bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts wurde das Email ausschließlich zur Verzierung von meist sehr wertvollen Kunstgegenständen und Schmucksachen angewandt. In neuerer Zeit hat man auch gelernt, das Email in die Industrie einzuführen und mit seiner Hilfe Eisen und andere Metalle mit Schutzüberzügen zu versehen, die den thermischen und chemischen Einflüssen in hohem Maße Widerstand zu leisten fähig sind. Das technische Email findet z. B. Anwendung zum Ueberziehen von Geschirren, Siederöhren für Dampfkessel, Wasserleitungsröhren und Badewannen. In der früheren Zeit beschränkte sich die Anwendung des Emails auf Gegenstände aus Gold, Kupfer oder Eisen, da nur auf diesen Metallen Email haftet. Heute ist das Auftragen des Emails auf andere Metalle und Metallkompositionen durch die Anwendung der Galvanoplastik möglich. Die Gegenstände werden dazu mit einem dünnen Ueberzug von Kupfer versehen, auf das dann das Email aufgeschmolzen werden kann.

Einteilung der Emaillen nach Zweck und Anwendung.

Email wird für die verschiedensten Zwecke angewandt. Wichtig allein ist immer, die Zusammensetzung der Massen so zu wählen, daß sie dem jeweiligen Zwecke am besten entsprechen.

Emaillen, die nur künstlerischen Zwecken dienen sollen, müssen vor allem eine schöne Farbe besitzen, die Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einwirkungen und Temperaturveränderungen ist von geringerer Bedeutung. Starken Widerstand gegen diese Einwirkungen müssen dagegen Emaillen besitzen, die für technische Zwecke Verwendung finden sollen.

Der Zweck eines solchen Emails ist wie bereits gesagt im wesentlichen der, Metallgeräte vor zerstörenden Einflüssen, wie vor Säuren oder vor durch die Einwirkung von Luft hervorgerufenen Oxydbildungen zu schützen. Andererseits hat es aber auch die Aufgabe, das Metall künstlerisch zu verschönern und ihm ein gefälliges Aussehen zu verleihen. Auch wird durch die Emaillierung eine glatte Oberfläche erzielt, die ein Ansetzen von Schmutz verhindert und leicht gereinigt werden kann. Wir brauchen nur an die metallischen Kochgeschirre zu denken, bei denen durch das Email das Metall vor zerstörenden Einflüssen bewahrt bleibt. Durch die schützende Hülle des Emails, die durch kochendes Wasser und organische Säuren nicht angegriffen wird, wird ein metallischer Beigeschmack der Speisen verhütet. Daneben veredelt das Email die Metalle, denn billiges Eisen wird so zu einem wertvollen Material.

Nach dem Anwendungszweck und der Durchführung der Emailarbeiten lassen sich in der Hauptsache *2* große Gruppen unterscheiden:

I. Das technische Email,
II. Das Kunstemail.

Beim Kunstemail unterscheidet man in der Hauptsache zwischen:

a) Grubenschmelz (Email champlevé),
b) Zellenschmelz (Email cloisonné).

Im ersten Falle wird Email in die in die Gegenstände eingebrachten Vertiefungen eingeschmolzen. Im zweiten Falle werden durch aufgelötete Blechstreifen oder Drähte Abteilungen geschaffen, die ausgefüllt werden. Aehnlich ist das Filigranemail.

Das bei unseren zahnärztlich-technischen Arbeiten in Anwendung kommende Email wird man in keine dieser Einzelgruppen einreihen können, da es sowohl ein technisches wie auch ein künstlerisches Email sein muß.

Untersuchungen und Erfahrungen mit bereits angewandtem Email in der Zahnheilkunde.

Seit vielen Jahren wird erstrebt, Email bei zahnärztlichen Arbeiten zu verwenden. So versuchte Delabarre im Jahre 1820 emaillierte Platin-Gebisse herzustellen. 29 Jahre später stellte John Allen eine verbesserte Masse her, die aber wenig angewandt wurde, da ihre Verarbeitung große Schwierigkeiten bereitete. Die seitdem hin und wieder angewandten Massen waren wegen ihres hohen Schmelzpunktes so gut wie unanwendbar. Vor wenigen Jahren veröffentlichte der Ungar Hejcmann ein entsprechendes Emaillierungsverfahren, das noch verbessert wurde, und mit dem nach Angaben von Schnur und Major gute Resultate erzielt worden sind. Das von Hejcmann angegebene Email schmilzt bei ca. 900°. Dies entspricht ungefähr dem Schmelzpunkt der zahnärztlichen Schmelzmassen. Dadurch, daß es sich nur auf ein ganz besonderes Platingold aufschmelzen läßt, erscheint die Anwendungsmöglichkeit dieser Masse begrenzt. Nach Major geschieht die Herstellung einer emaillierten Hejcmannkrone auf folgende Weise:

Entweder gießt oder stanzt man die Krone aus einem Stück oder man stellt die Krone aus zwei Teilen her. Diese letztere Art soll nach Schnur geeignet sein, in der allgemeinen Praxis Anwendung zu finden. Die labiale Wand wird aus der speziellen Platingoldlegierung gestanzt, die palatinale Wand wird aus 22 kar. Gold gestanzt oder gegossen. Nach dem Verlöten der beiden Teile werden aus der 0,5 mm starken labialen Platingoldwand 0,2 mm kastenartig ausgeschabt und das Kästchen später mit Email beschickt. Major schreibt: „Die unsichtbare liguale Hälfte der Metallkrone ist aus 20 kar. Golde gestanzt, welches infolge seiner Schmiegsamkeit und Biegsamkeit die nötige Form des Zahnes und der Artikulation leicht annimmt, ohne die labiale Fläche unter Spannung zu bringen". Jedenfalls erscheint mir dieser Arbeitsgang etwas kompliziert, es ist bestimmt einfacher, eine gegossene Krone anzuwenden, die nach einem mit Hilfe eines Abdrucks gewonnenen Modells des Zahnstumpfes hergestellt wird.

Hejcmann wendet seine Massen auch an, um bei Brücken die Goldkronen zu emaillieren, ferner um Metallfacetten und Zahnfleischmetallblocks zu emaillieren; stets ist aber die Anwendung der ganz besonderen Platingoldlegierung notwendig. Wenn Schnur schreibt: „Man kann aus diesem speziellen Platingold auch Inlays,

Halbkronen und Klammern herstellen und emaillieren", so ist dazu zu sagen, daß das Emaillieren einer Klammer sicherlich eine unnütze Arbeit darstellt, denn beim ersten Einsetzen der Prothese in den Mund wird das Email springen, wenn nicht vom Metall abplatzen.

Daß aber das Hejcmann-Email besonders große Festigkeit gegen Druck zeigte, stellte v. M a t h é in seinen Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit der Emailkronen fest. So drückte er eine emaillierte Krone mittels Presse in eine 7 mm dicke Bleiplatte in vertikaler Richtung 6 mm tief hinein. Bei diesem Druck, der etwa 334 kg beträgt, blieb die Emailschicht unversehrt. Bezüglich der Hitzebeständigkeit stellte das Budapester Technologische und Materialuntersuchungsinstitut folgende Versuche an: Ein 0,3 mm starkes mit einer 0,2 mm starken Emailschicht überzogenes Metallblech wurde auf 100° erhitzt, dann abgekühlt und wieder erhitzt. Selbst bei 10 facher Lupenvergrößerung zeigte die Emailschicht keine Sprünge oder sonstige Veränderungen. Ein für die Dauer einer Stunde in konzentrierte Salzsäure gelegtes emailliertes Blech zeigte keine Veränderungen an seiner Oberfläche.

Forderungen, die ein Email erfüllen soll, daß bei zahnärztlich-technischen Arbeiten Anwendung finden kann.

Wie oben schon angedeutet ist, muß das Email, das bei unseren zahnärztlich-technischen Arbeiten in Anwendung kommen soll, den Anforderungen genügen, die man sowohl an ein technisches wie auch an ein künstlerisches Email stellt. So müssen also diese Glasflüsse, mit denen wir unsere fertigen Metallarbeiten überziehen wollen, mundbeständig sein. Daneben müssen die Glasflüsse selbstverständlich in ihren Farben natürliches Aussehen zeigen, d. h. sie müssen den vorkommenden Zahnfarben und Zahnfleischfarben entsprechen. Aber auch die wichtigste Forderung, die man an ein Email stellt, muß erfüllt werden: Das Email muß sich innig mit seiner Metallunterlage verbinden, um nicht sogleich bei der geringsten Beanspruchung abzuspringen.

Der Schmelzpunkt des Emails muß nicht nur niedriger liegen als der Schmelzpunkt des Werkstückes, sondern auch niedriger als der Schmelzpunkt des Lotes, um zu verhindern, daß die gelöteten Teile aufgeschmolzen werden. In unserem Falle muß daher das Email maximal einen Schmelzpunkt von etwa 800° haben, da 20 kar.

Lot bei ca. 840° schmilzt. Damit ist eine neue Forderung gegeben: Das Email muß an den Lötstellen ebenso gut haften wie auf reinen Metallflächen.

Anwendungsmöglichkeiten des Emails bei zahnärztlichen Arbeiten.

Die Möglichkeit, Email bei prothetischen Arbeiten anzuwenden, ist sehr groß. In der Hauptsache wird es darauf ankommen, das dem Munde artfremde Metall zu verdecken.

Bei der Herstellung von Brücken ließ man noch bis vor wenigen Jahren die hygienischen Grundsätze vollkommen außer acht. Das zeigen deutlich die in Anwendung gekommenen Brücken, die Kapselbrücke nach Herbst oder Brücken, deren Zwischenteile breitbasig auf den Kieferkämmen auflagen und dann zu Entzündungserscheinungen und Hypertrophien des Zahnfleisches Anlaß gaben. Heute ist Hygiene die Grundvoraussetzung bei allen zahnärztlichen Arbeiten. Man versucht diesen Anforderungen z. B. dadurch gerecht zu werden, daß man im Seitenzahnbereich freischwebende Brücken herstellt, die infolge ihrer Unterspülungsmöglichkeit stets sauber gehalten werden können. Aber auch hier können sich bei geringem Zwischenraum zum Kieferkamm Belege festsetzen, die allerdings bei Verwendung von Platin auf ein Mindestmaß beschränkt werden können, da sich bekanntlich auf diesem Metall Speisereste weniger leicht festsetzen.

Noch bessere Resultate werden sich ohne Zweifel dann erzielen lassen, wenn es gelingt, die Unterseiten derartiger Brücken mit einem Glasfluß zu überziehen. In Fällen, in denen wegen Raummangel das Zwischenglied einer Brücke mit einer schmalen Basis aufliegt, wird die emaillierte Metallauflage ein erstrebenswertes Ziel sein. Man suchte nach einer Lösung, um auch in diesen Fällen kein Metall auf der Schleimhaut aufliegen zu lassen. Eine solche stellt die von Abel-Sofia angegebene Brücke mit Glaseinlage als Auflage auf dem Kieferkamm dar. Sehr oft und besonders im Oberkiefer werden unterspülbare Brücken im Seitenzahnbereich keine Anwendung finden können, da sie kosmetisch unbefriedigende Resultate liefern. Durch Anwendung von Facetten und Pontopinzähnen sucht man eine Metallauflage zu verhindern. Gute Resultate liefern auch in diesen Fällen Röhrenzähne, deren durchgehende Löcher nach dem Aufschleifen auf dem Kieferkamm zugebrannt und deren Basis glasiert wird. Die Metallfassung greift dann von mastikal in den Zahnkörper.

Bei der Herstellung von Frontzahnbrücken müssen wir, um kosmetische einwandfreie Arbeit zu leisten, stets die Facetten aufliegen lassen. Auch aus sprachfunktionellen Gründen ist das Aufliegen des Zwischengliedes unerläßlich. Um die stets vorhandenen Schmutzecken auszuschalten, und um außerdem jegliche Metallauflage zu vermeiden, werden in der hiesigen Klinik die Facetten stets pontopinzahnartig mit Porzellan angebrannt, so daß dann hochglänzendes Porzellan, das keine Reizerscheinungen hervorruft, dem Zahnfleisch anliegt. Doxtater spricht von der physiologischen Toleranz der weichen Gewebe für hochglasiertes Porzellan. Es gibt aber auch Fälle, bei denen wegen Raummangel Pontopinzähne nicht in Anwendung kommen können, und irgendwo doch Metall dem Zahnfleisch aufliegen muß. In diesen Fällen werden wir immer das erwünschte Ziel erreichen, wenn wir den Metallkörper auf seiner aufliegenden Fläche emaillieren.

Unbestreitbar steht heute die Jacketkrone im Vordergrund der zahnärztlichen Keramik, was sie ihren physiologischen, ästhetischen und anatomischen Vorzügen verdankt. Mit ihr hat das Interesse für zahnärztliche Porzellanarbeiten eine große Steigerung erfahren. Die Patienten verlangen heute vom Zahnarzt nicht nur funktionell vollwertige Arbeiten, sondern legen auch besonderen Wert auf ein natürliches Aussehen. So ist es zu erklären, daß die Jacketkronen auch bei den Brückenarbeiten immer mehr in Anwendung kommen. Von der nur aus einheitlichem Porzellan um ein massives Platingerüst gebrannten Brücke ist man indessen abgekommen, da Mißerfolge (Bruch) infolge verschiedener Ausdehnungskoeffizienten zu häufig waren.

Entweder werden Porzellanbrücken heute so hergestellt, daß die Zwischenglieder einzelne Jacketkronen darstellen, die auf einer Metallbasis aufzementiert sind, oder man wendet die neue Methode an, die darauf beruht, daß um ein Platiniridiumgerüst, das mit den Ankern verlötet ist, eine Grundmasse und ein Farbporzellan gebrannt wird. Der Nachteil dieser Brückenart besteht darin, daß die Brücke äußerst massig wird und bei irgend einem vorkommenden Bruch des Porzellans entfernt und durch eine neue Brücke ersetzt werden muß. Ein endgültiges Urteil über diese Methode der Porzellanbrückenherstellung kann noch nicht abgegeben werden, da sie noch in der Entwicklung steht. Es werden jedenfalls Versuche unternommen, die Haltbarkeit durch schwerst schmelzbare Porzellane zu gewährleisten. Der Nachteil der erstangegebenen Brük-

kenart besteht darin, daß das Metall in breiter Fläche dem Zahnfleisch aufliegt. Da aber die Reparaturmöglichkeit der Metallbrücke mit einzelnen Jacketkronen leicht durchzuführen, und außerdem jede Verankerungsart an den Stützpfeilern anwendbar ist, wird man diese Brückenart unbedenklich dann wählen können, wenn der dem Zahnfleisch aufliegende Metallteil mit Email überzogen wird. Bei Brücken, die mit Hilfe von Hülsenkronen auf den Stützpfeilern ihre Befestigung finden, oder auch bei einzelnen Kronen versuchen wir in manchen Fällen das störende Gold dadurch unsichtbar zu machen, daß wir labial in die Krone eine Aussparung in Form eines Kästchens einschneiden. In diese Kavität wird dann eine gebrannte Schmelzfüllung eingesetzt. Sicher wird auch in diesen Fällen das Email das gewünschte Ziel erreichen lassen.

Eigene Versuche.

Bei meinen Versuchen über Email habe ich auf den Versuchen aufgebaut, die auf Veranlassung von Prof. Dr. Schröder vor vielen Jahren am hiesigen Institut durchgeführt worden sind. Wegen der Eigenart der Aufgabe mußten zunächst die einfachsten Versuche mit Goldschmiedeemail und Glas durchgeführt werden.

1. Aufschmelzen von Glas auf Gold.

Verwendung fanden:

a) gewöhnliches Fensterglas,
b) Duranglas von Schott, Jena,
c) Laboratoriumsgeräte-Glas Fischer.

Glasscherben dieser Glasarten wurden pulverfein zerrieben, dann mit Wasser sahnig angerührt, auf gegossene Goldplättchen aufgetragen und erhitzt. Es zeigte sich, daß die reinen Gläser sich zwar auf Gold aufschmelzen ließen, aber bei noch so vorsichtigem Abkühlen klirrend absprangen. Die Schmelzpunkte bewegten sich zwischen 900° und 1000°, lagen also nach dem Gesagten um 100°—200° zu hoch.

2. Verwendung von Goldemail.

(der Firma F. A. Schütt in Pforzheim).

Die feingemahlenen Emaillen ließen sich mühelos auf 18 kar. und 22 kar. Gold aufschmelzen, zeigten aber wenig Neigung auf Platingold zu haften. Das Nichthaften ist vielleicht auf den Zusatz von Platin zurückzuführen. Bemerkenswert ist, was Bitterling über das Platin als ein Material schreibt, das sich wenig zum

Emaillieren eignet: „Da steht nun leider das edelste Metall, das Platin, an der Spitze. Es ist bekannt, daß selbst gutgeübte Goldschmiede mit Platinarbeiten sehr oft ihren Aerger haben. Nichthaltungen der Lötungen, Werfen und Verziehen des Metalls schon während der Arbeit sind immer wiederkehrende Begleiterscheinungen. Weit mehr Verdruß erlebt der Emailleur damit. Also fort mit diesem Störenfried in der Emaillierkunst und aufs Dach mit ihm, da mag er sich mit dem Blitz herumbalgen".

Daß sich Kunstemaillen für unsere Arbeiten durchaus nicht eignen und daher nicht angewandt werden können, liegt in ihrem hohen Prozentsatz an Bleiverbindungen begründet. Durch Bleioxyd z. B. erhält man ein schön glänzendes und leichtfließendes Email, es ist aber wenig widerstandsfähig und außerdem giftig. Ein Reichsgesetz vom 1. Dezember 1888 bestimmt ausdrücklich, daß der Emailüberzug von Geschirren kein Blei spürbar abgeben darf. Hieraus verbietet sich jede Verwendung von Bleiverbindungen beim Emaillieren unserer Arbeiten von selbst.

Die Probe, ob in einem Glasfluß Bleiverbindungen enthalten sind, ist einfach und schnell so durchzuführen:

Mit starker Salpetersäure wird eine Stelle der Emailschicht befeuchtet und dadurch oberflächlich zerstört. Nach dem Abspülen mit Wasser bringt man auf die benetzte Stelle einen Tropfen Schwefelammonium. Wenn das Email kein Blei enthält, so bleibt auch die benetzte Stelle farblos; ist aber Blei vorhanden, so färbt sich diese Stelle sogleich dunkel und wird bald schwarz.

3. Versuche mit Emaillen, die nach bestimmten Rezepten hergestellt sind:

Das Ausgangsrezept ist folgendes:

Quarz	20
Borax	25
Feldspat	36
Ton	11
Magnesia	1

Dieser Satz stellt eine Grundmasse dar, wie sie in der Technik zum Emaillieren von Gußeisen Verwendung findet. Es ist nicht möglich, das nach dem Rezept zusammengemischte Gemenge auf das Metall aufzuschmelzen. Es gäbe dann ein Nebeneinander der verschiedenen Materialien statt eines einheitlichen Glasflusses. Um die einzelnen

Bestandteile innig miteinander zu verbinden, ist daher das Material folgender Behandlung zu unterziehen.

Das Fritten: Man nimmt ein Stück Platinfolie, das etwa 5 cm im Quadrat ist, tieft es schüsselartig aus, biegt die vier Ecken winkelrecht um, damit man die kleine Schale mit der Zange anfassen kann und schüttet das Emailgemisch darauf, um es im Feuer schmelzen zu lassen. Danach verreibt man das so erhaltene Email wieder und schmilzt es nochmals. Dieses Schmelzen „Fritten", muß 2—3 mal und öfter wiederholt werden, bis das Ganze einen einheitlichen Fluß ergibt.

Nach dem letzten Schmelzen wird das Platinschälchen mit dem glühenden Glasfluß in ein sauberes Gefäß, das mit Wasser gefüllt ist, geworfen. Das Email wird abgeschreckt, es platzt und läßt sich nun leicht in kleinen Stücken vom Schälchen lösen. Nach feinstem Zerreiben und Zermahlen ist dann das Email zum Gebrauch geeignet. Zu Versuchszwecken dienten kleine gegossene Metallplättchen aus verschieden karätigen Goldlegierungen. Das Auftragen des Emails geschieht am einfachsten mit Hilfe von kleinen Pinselchen, danach wird das Metallplättchen an seinem Rande durch Auf- und Abfahren mit dem gerillten Teil eines Modellierinstrumentes in Vibration versetzt. Das Email breitet sich dadurch gleichmäßig über die ganze Fläche aus. Das Auftragen und Ausbreiten wird solange wiederholt, bis die ganze Fläche gleichmäßig bedeckt ist. Hierauf läßt man das Email an der Luft trocknen; in eiligen Fällen geschieht das Trocknen vor der geöffneten Muffel des elektrischen Ofens. Danach legt man den Gegenstand auf ein Chamotteplättchen oder in ein mit Quarzsand gefülltes Nickelschälchen und bringt ihn zum Einbrennen in den Ofen. Ein einmaliges Auftragen genügt meist nicht, denn dieses soll stets nur ganz dünn erfolgen. Zu dickes Auftragen hat zur Folge, daß beim Brennen Blasen entstehen und das Email von seiner Unterlage abspringt. Nach jedem Einbrennen wird das Auftragen in der geschilderten Weise so lange wiederholt, bis der Gegenstand fertig ist. Das Einbrennen selbst ist gut zu überwachen, denn in dem Augenblick, in dem das Email geflossen ist, muß der Gegenstand aus dem Ofen genommen werden. Ein zu Wenig und ein zu Viel muß vermieden werden. Das opake Email, das hier Anwendung fand, wurde, ließ man es zu lange in der Meffel, porös und transparent.

Der soeben geschilderte Arbeitsgang, das Auftragen und Einbrennen ähnelt sehr *dem* bei der Herstellung von Jacketkronen,

der geläufig ist. Daher bereitet auch, wenn man das Brennen der Jacketkrone beherrscht, das Arbeiten mit der Emaille keine Schwierigkeiten. Die nach obigem Rezept hergestellte Emailmasse ließ sich recht gut auf Gold auftragen und einbrennen. Leider zeigt es sich, daß sie leicht angreifbar ist und außerdem mit ihrem Schmelzpunkt von ca. 900° etwa um 100° zu hoch liegt. Zusammengelötete Teile würden bald auseinandergehen, da der Schmelzpunkt von 20 kar. Lot etwa bei 840° liegt. Das Auftragen dieses Satzes auf Platingold brachte Schwierigkeiten mit sich. Es wollte auf diesem Metall nicht haften, auch durch Veränderung der Zusammensetzung der einzelnen Bestandteile trat keine wesentliche Besserung ein. Daher mußten Zusätze gefunden werden, die ein besseres Haften verbürgten. Die Mittel, die Abhilfe schafften, waren Bittersalz und Magnesia. Allerdings darf man dem Satz nicht zu viel Magnesia zugeben. Das Resultat war, daß der Satz noch schwerer schmolz. Nach mehreren Versuchen zeigte es sich, daß etwa 3 Gewichtsteile Magnesia und 4 Gewichtsteile Bittersalz das beste Ergebnis lieferten, so daß der Satz dann etwa folgendes Aussehen hatte:

Quarz	20
Borax	25
Feldspat	36
Ton	11
Magnesia	4
Bittersalz	4

Aber auch diese Zusammensetzung lieferte noch keineswegs ein irgendwie zufriedenstellendes Ergebnis. Die beim Erhitzen des Goldes entstehende Glühhaut, die aus Metalloxyden von Kupfer und Silber entsteht, brachte unerwünschte Verfärbung im aufgebrannten Email hervor; besonders die Randzonen zeigten einen ausgesprochen grünen Ton.

Um den Schmelzpunkt, der noch zu hoch lag, zu erniedrigen, wandte ich die verschiedensten Flußmittel an und prüfte sie auf ihr Verhalten. Soda bewirkte wohl eine schöne glänzende Oberfläche, machte aber den Satz noch weniger widerstandsfähig. Auch der Zusatz von Salpeter zeigte keine guten Resultate, denn die Masse wurde beim Brennen blasig. Bleioxyd anzuwenden verbot sich wegen seiner Giftigkeit, also blieb nur der Borax übrig, der aber auch leider eine größere Angreifbarkeit der Schmelze bewirkte. Inwieweit der aufgebrannte Glasfluß angegriffen wurde, zeigte sich bei der Behandlung mit Salzsäure, in die die emaillierten

Metallplättchen gelegt wurden, um die oxydierte Goldlegierung wieder hell erscheinen zu lassen.

Durch den Tonzusatz, mit dessen Hilfe ein Naßemaillieren überhaupt erst möglich ist, — denn er bewirkt, daß die Emailteilchen, die mit Wasser verrührt sind in der Schwebe bleiben — erhält der Emailsatz schon eine gewisse Deckkraft, die aber, da in dünner Schicht emailliert werden muß, nicht ausreicht, um ein Durchscheinen des Goldes zu verhindern. Es ist also notwendig, dem Satz ein Deckmittel zuzusetzen. Am zweckmäßigsten war in diesem Falle die Verwendung von Zinnoxyd.

Das Zinnoxyd entsteht beim Erhitzen des Zinnes unter Zutritt von Luft bis zum Glühen. Das Zinn verbrennt mit einer kleinen hellweißen Flamme und stößt einen weißen Dampf aus, der sich als ein glänzend weißer Staub anlegt und Zinnoxyd darstellt. Es ist strengflüssig und gibt mit verglasbaren Substanzen kein durchsichtiges sondern ein mattweißes Glas; es vermengt sich nämlich ungeschmolzen sehr fein mit der Glasmasse. Es ist aber nicht gut, wenn der Rohmischung die zum Trüben vorgesehene ganze Menge des Zinnoxydes zugegeben und mitgeschmolzen wird, denn es verwandelt sich nämlich beim Schmelzen ein Teil des Zinnoxydes in ungetrübtes Zinnsilikat, so daß die Wirkung des Zinnoxydes zum Teil verloren geht. Die Menge des anzuwendenden Zinnoxydes soll durchschnittlich 12% des Emailsatzes betragen. Ein Zusatz von weniger als 6% erwies sich als zu gering, aber auch ein Zuviel (mehr als 16%) lieferte keine höhere Deckkraft, sondern beeinträchtigte den Glanz des Emails ungünstig, machte es zähflüssiger und angreifbarer.

Der durch weiteren Zusatz von Borax als Schmelzpunkterniedrigungsmittel und Zinnoxyd als Deck- und Färbemittel gewonnene Satz hatte dann bei einem Schmelzpunkt von ca 780° folgende Zusammensetzung:

Quarz	20
Borax	45
Feldspat	36
Ton	11
Magnesium	4
Bittersalz	4
Zinnoxyd	6
u. nach dem Schmelzen zur Mühle	
Zinnoxyd	6.

Dieser Satz zeigte folgende Eigenschaften: Das Autragen auf das Metall ließ sich ohne Schwierigkeiten durchführen. Nach dem Einbrennen zeigte das Email guten Glanz und weiße Tönung ohne die störenden Verfärbungen, die bei den anderen Sätzen durch die Glühhaut der Legierung hervorgerufen wurden.

Die bei allen Sätzen sich zeigende Angreifbarkeit des Emails mußte zum Verschwinden gebracht werden, weil das Email erst dann im Munde zur Anwendung kommen konnte. Die Oberfläche wäre sonst in kurzer Zeit rauh geworden. Um eine chemische Widerstandsfähigkeit des Emails zu erzielen, kommen, wie ich bereits oben geschildert habe, in der Hauptsache kieselsäurehaltige Stoffe wie Quarz, Feldspat und Ton in Frage, die aber bei ausreichendem Zusatz eine zu hohe Temperatursteigerung hervorrufen. Es war daher naheliegend, daß die guten Erfahrungen, die ich bei den Versuchen mit reinen Gläsern machte, mich dazu brachten, zu den Sätzen Glaspulver hinzuzufügen. Verwendung fand das Laboratoriumsgeräteglas Fischer Prima, das ja auch in der Hauptsache aus Kieselsäure und einem Alkali besteht und sich gegen Säureeinwirkungen vollkommen indifferent verhält. Wir haben es hier mit einem durchsichtigen Kali- oder Natronkalkglas zu tun, das dem borsäurehaltigen Emailsatz die genügende Menge von Kieselsäure zuführt, die ihn unangreifbar macht. Außerdem wird die Temperaturempfindlichkeit des mit diesem Fischer Geräteglas versetzten Emailsatzes herabgesetzt, da er eine Widerstandsfähigkeit gegen schroffen Temperaturwechsel, nämlich bei Ueberhitzung bis 225°C und dann bei sofortiger Abkühlung auf 15°—20°C keinen Bruch zeigte.

Zu dem letztangegebenen Emailsatz habe ich nun Glaspulver in verschiedener Menge zugeführt und die Eigenschaften dieser neuen Masse untersucht. Bei einem Prozentsatz bis 20 zeigte die Masse nicht genügende Widerstandsfähigkeit. Ein Prozentsatz von mehr als 45 erwies sich als zu hoch. Die Emailmasse zeigte nicht mehr die gute Klebkraft. Der Emailsatz und 35% Glaspulver erwies sich als der beste, denn dieser Satz ließ sich gut aufschmelzen und war äußerst widerstandsfähig gegen jegliche Einflüsse.

Untersuchungen.

1. Chemische Untersuchungen.

Verschiedene Versuche sind unternommen worden, um festzustellen, wie sich das Email den chemischen Einflüssen gegenüber

verhält. So ergab es sich, daß beim Kochen im Wasser das Email keinerlei Veränderungen zeigte; auch wesentlich schwerere Prüfungen wie das Absäuern in Salzsäure ließen keine Schädigung erkennen. Dieses Absäuern muß das Email aushalten können, denn die beim Emaillieren auf dem Metall hervorgerufene Glühhaut muß entfernt werden, um dem Arbeitsstück wieder die schöne Goldfarbe zu verleihen. Wie oben schon angedeutet worden ist, ist diese starke Widerstandsfähigkeit Säuren gegenüber auf das dem Emailsatz zugefügte Glas zurückzuführen.

Hierher gehört auch der Versuch, der durchgeführt worden ist, um nachzuweisen, ob bleihaltige oder sonst giftige Stoffe im Email enthalten sind (vergleiche S. 14).

Durch Einlegen von emaillierten Goldplättchen in Speichel wurde versucht, die Verhältnisse der Mundhöhle nachzuahmen. Das so erzielte Resultat besagt nicht genug, denn diese Methode ist nur ein Behelf, und es ist besser, die Prüfungen im Munde selbst ausgiebig durchzuführen.

2. Physikalische Untersuchungen.

Es liegt im Wesen der Emails als eines Glasflusses, der auf ein Metall aufgeschmolzen ist, daß es unbedingt eine starke Unterlage besitzen muß, da es bei der geringsten Biegung des Metalls springen oder abplatzen würde.

Bei Biegung eines Stückchen Kronenblechs mit aufgeschmolzenem Email zeigten sich viele kleine Sprünge und Risse; auch sprangen bei weiterer Beanspruchung ganze Glasscherben ab, sie hinterließen aber eine mit dem Metall verbundene rauhe Schicht. Es war also wirklich eine oberflächliche Vereinigung von Email und Metall eingetreten.

Auf starre Unterlagen aufgetragenes Email hielt so fest, daß es sich mit dem Stichel nicht absprengen ließ. Auch zeigte es sich großen Temperaturschwankungen gegenüber indifferent. Wiederholtes schnelles Abschrecken von auf 100° erhitzten emaillierten Metallstückchen bewirkte keine Sprünge oder anderweitige Veränderungen.

3. Schliffe.

Um festzustellen, wie innig die Vereinigung der Glasflüsse mit dem Metall ist, insbesondere ob und wo Blasen im Email auftreten, und wie sich die Oberfläche des Email nach Behandlung mit Spei-

chel und Säuren zeigt, erwies es sich als besonders zweckmäßig, Schliffe herzustellen und diese im Mikroskop mit Vertikal-Illuminator zu betrachten. Folgende Resultate waren hierbei festzustellen:

Bei zu großer Korngröße des aufgetragenen Emailpulvers zeigte sich im Schliff ein grobes Gefüge des Glasflusses. Viele Bläschen, die besonders an der Grenze zwischen Metall und Email auftraten, waren deutlich sichtbar.

Feinst gemahlenes, aufgeschmolzenes Email zeigte im Schliff die besseren Ergebnisse. Bei den verschiedenen Goldsorten, 20 kar., 22 kar. und Platin-Gold, war ein festes inniges Aufschmelzen zu beobachten. Das zeigt deutlich der Vergleich der Mikrofotogramme der Schliffe mit brauchbarem und unbrauchbarem Email.

Bei Schliffen gelöteter Goldteile zeigte sich auch über den Lötstellen keine irgendwie andere Struktur des aufgeschmolzenen Glasflusses.

Patientenarbeiten und Endergebnis.

Die Arbeiten an Patienten zeigten gute Ergebnisse. Schwebebrücken und aufliegende Brücken werden ohne Reizung der Schleimhaut getragen und es sind auch keinerlei Veränderungen am Email selbst festzustellen.

Freilich ist es notwendig, noch einige Mängel auszumerzen, die bei jeder neuen Methode auftreten. So muß z. B. die Technik und die Vorbehandlung der Arbeitsstücke weiter vervollkommnet werden, wie auch verschiedene Farben erforderlich sind, um ein individuelles Arbeiten zu ermöglichen.

Jedenfalls kann ich auf Grund meiner Versuche und Erfahrungen sagen, daß das Problem auch in der zahnärztlichen Prothetik sich des Emaillierens zu bedienen, ohne weiteres zu lösen ist. Ich bin überzeugt, daß nach Beheben einiger technischer Schwierigkeiten das Email als wertvoller Werkstoff in die Zahnheilkunde eingebaut werden kann.

Meinem hochverehrten Chef und Lehrer, Herrn Professor Dr. Schröder sei für die gütige Ueberlassung der vorliegenden Arbeit, für ihre Förderung und für die vielfachen Anregungen hiermit herzlicher Dank ausgesprochen.

I. Schliff. Unbrauchbares Email auf 20 kar. Gold.
A. Metall.
B. Große Hohlräume, besonders an der Grenze zwischen Metall und Email.

II. Schliff. Email auf 20 kar. Gold.
A. Metall.
B. Blasenfreie Verbindung von Email mit Gold.
C. Email.

III. Schliff. Emaillierter Kronenring.
A. 22 kar. Gold.
B. Gute Verbindung des Emails mit dem Kronenring.
C. Emailschicht mit einwandfreier Randzone.

IV. Schliff. Emailliertes Teil einer Platingoldbrücke.
A. 18 kar. Platingold.
B. Innige, blasenfreie Verbindung.
C. Emailschicht.

Freischwebende Brücke vor und nach dem Emaillieren.

Jacketkronenbrücke mit emaillierter Goldauflage.

Literatur.

1. Schmidt, Robert: Das Glas. Handbücherei der Staatlichen Museen Berlin.
2. Bitterling: Lehrbuch der Emaillierkunst. Verl. Wilhelm Diebener.
3. Graesse: Kunstgewerbliche Altertümer und Kuriositäten. Verl. Richard Karl Schmidt.
4. Bassermann-Jordan: Der Schmuck.
5. Jung: Laboratoriumskunde des Zahnarztes. Berlinische Verlagsanstalt.
6. Major: Ueber die Verwendungsmöglichkeiten des Hejcmannschen Emaillierungsverfahren in der zahnärztlichen Prothetik. Stomatologie 1935. Nr. 17.
7. Randau, Paul: Die Fabrikation der Emaille. Verl. Hartleben.
8. Wagner, Alexander: Gold, Silber, Edelsteine. Verl. Hartleben.
9. Schnur, Julius: Die emaillierte Goldkrone nach Hejcmann. Rundschau 1934. Nr. 43.
10. Mathé: Physikalische Versuche mit Emailkronen. Wochenschrift 1933. Nr. 46.
11. Schütt, F. A. (Pforzheim): Das Emaillieren.
12. Schnorr von Carolsfeld: Porzellan. Verl. Richard Karl Schmidt.
13. Schoenbeck: Materialkunde der zahnärztlichen Technik. Verl. Meusser.
14. Koller, Karl Christian: Abnehmbare Brücken und gestützte Prothesen. Verl. Meusser.
15. Smreker, Hans: Handbuch der Porzellanfüllungen. Berlinische Verlagsanstalt.
16. Kirsten, Hermann: Die Jacketkrone. Verl. Meusser.
17. Doxtater, L. W.: Kronen und Brückenarbeiten. Urban und Schwarzenberg.
18. Felcher, Fred R.: Zahnärztliche Porzellanarbeiten. Urban und Schwarzenberg.
19. Linderer, I.: Die Zahnheilkunde. Palm und Enke.
20. Ilg: Die Theorie der Porzellanfarben. Rundschau 1935. Nr. 49.

Lebenslauf.

Ich, Werner Schilling, wurde am 13. April 1910 als Sohn des Ratszimmermeisters Arthur Schilling und seiner Ehefrau Elisabeth, geb. Dittmer in Berlin-Schöneberg geboren. Ich bin evangelischer Konfession und Arier.

Das Abiturientenexamen bestand ich an der Hohenzollernschule in Berlin-Schöneberg am 4. März 1930. Im Anschluß daran begann ich mit dem zahnärztlichen Studium an der Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin. Am 31. Juli 1931 bestand ich daselbst die zahnärztliche Vorprüfung, legte in Berlin am 1. März 1934 das zahnärztliche Staatsexamen mit dem Prädikat „sehr gut" ab und erhielt zugleich die staatliche Approbation als Zahnarzt.

Seit dem 1. April 1934 bin ich als Assistent an der prothetischen Abteilung des zahnärztlichen Institutes der Berliner Universität tätig.